

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off enlegungsschrift  
⑩ DE 44 39 347 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**C 07 K 16/00**  
C 07 H 21/04  
C 07 K 14/435  
G 01 N 33/53  
G 01 N 21/76  
C 07 F 15/00  
C 07 F 13/00  
C 07 F 11/00  
C 07 F 9/6561  
C 07 F 9/58  
// C 07 C 229/04, C 07 F  
9/572

②① Aktenzeichen: P 44 39 347.4  
②② Anmeldetag: 4. 11. 94  
④③ Offenlegungstag: 1. 2. 96

DE 44 39 347 A 1

③⑩ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
25.07.94 DE 44 26 276.0

⑦① Anmelder:  
Boehringer Mannheim GmbH, 68305 Mannheim, DE

⑦④ Vertreter:  
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

⑦② Erfinder:  
Josel, Hans-Peter, Dr., 82362 Weilheim, DE; Seidel,  
Christoph, Dr., 82362 Weilheim, DE; Hoess, Eva, Dr.,  
82319 Starnberg, DE; Upmeyer, Barbara, Dr., 82393  
Iffeldorf, DE; Offenloch-Haehnle, Beatus, Dr., 82407  
Wielenbach, DE; Wienhues-Thelen, Ursula-Henrike,  
Dr., 82152 Krailling, DE

⑤④ Metallkomplexe mit geladenem Linker  
⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft neue Metallkomplexe  
mit geladenem Linker und deren Verwendung als lumines-  
zierende Markierungsgruppen in Immunoassays.

DE 44 39 347 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft neue Metallkomplexe mit geladenem Linker und deren Verwendung als lumineszierende Markierungsgruppen im Immunoassays.

Lumineszierende Metallkomplexe sind aus dem Stand der Technik bekannt. EP-A 0 178 450 offenbart Rutheniumkomplex, die an ein immunologisch aktives Material gekoppelt sind, wobei die Rutheniumkomplexe drei gleiche oder verschiedene bi- oder polycyclische Liganden mit mindestens zwei stickstoffhaltigen Heterocyclen enthalten, wobei mindestens einer dieser Liganden mit mindestens einer wasserlöslich machenden Gruppe, wie -SO<sub>3</sub>H oder -COOH substituiert ist, und wobei mindestens einer dieser Liganden mit mindestens einer reaktiven Gruppe wie -COOH direkt oder über eine Spacergruppe substituiert ist und wobei die Liganden über Stickstoffatome an das Ruthenium gebunden sind.

Die Einführung der kopplungsfähigen Gruppen erfolgt sehr umständlich durch Aktivierungs- und Folgereaktionen an den löslich machenden Gruppen der Liganden. Als besonders umständlich erweist sich auch die Herstellung monoaktivierter Verbindungen, die eine Kopplung mit biologischen Substanzen, z. B. Antikörpern ohne Vernetzung erlauben.

EP-A 0 580 979 offenbart die Verwendung von Osmium- oder Rutheniumkomplexen als Markierungsgruppen für die Elektrochemilumineszenz. Als Liganden für diese Komplexe werden stickstoffhaltige Heterocyclen, beispielsweise Bipyridine, genannt. WO 87/06706 offenbart weitere Metallkomplexe, die sich als Markierungsgruppen für Elektrochemilumineszenzmessungen eignen.

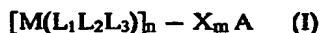
Weitere Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Metallkomplexe bestehen in einer schlechten Quantenausbeute bei Elektrochemilumineszenzmessungen durch Sauerstoff-Quenching und Photodissoziation oder/und in einer hohen unspezifischen Bindung an Proteine.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe bestand somit darin, die Nachteile des Standes der Technik mindestens teilweise zu beseitigen.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß die Einführung von freien positiven oder/und negativen Ladungsträgern in den Linker, der die reaktive kopplungsfähige Gruppe des Metallkomplexes mit einem der Liganden verbindet, die Adsorption von Konjugaten dieser Komplexe mit einer immunologisch reaktiven Substanz verringert und damit auch die Stabilität und Wiederfindung der Konjugate in Immunoassays verbessert. Überdies kann eine erhöhte Quantenausbeute erzielt werden.

Weiterhin wurde gefunden, daß lumineszierende Metallkomplexe mit geladenem Linker auf überraschend einfache Weise hergestellt werden können.

Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit ein Metallkomplex mit der allgemeinen Formel (I)



worin M ein zwei- oder dreiwertiges Metallkation ausgewählt aus Seltenerde- oder Übergangmetallionen ist, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> gleich oder verschieden sind und Liganden mit mindestens zwei stickstoffhaltigen Heterocyclen bedeuten, wobei L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> über Stickstoffatome an das Metallkation gebunden sind, X eine reaktive funktionelle Gruppe ist, die an mindestens einen der Liganden L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> kovalent gebunden ist, n eine ganze Zahl von 1 bis 10 ist, m eine ganze Zahl von 1 bis 6 und vorzugsweise von 1 bis 3 ist und A die gegebenenfalls zum Ladungsausgleich erforderlichen Gegenionen bedeutet, wobei der Linker mindestens einen positiven oder/und negativen Ladungsträger enthält.

Der Metallkomplex ist vorzugsweise ein lumineszierender Metallkomplex, d. h. ein Metallkomplex, der eine nachweisbare Lumineszenzreaktion erzeugen kann. Der Nachweis dieser Lumineszenzreaktion kann beispielsweise durch Fluoreszenz- oder durch Elektrochemilumineszenzmessung erfolgen. Das Metallkation in diesem Komplex ist beispielsweise ein Übergangsmetall oder ein Seltenerdenmetall. Vorzugsweise ist das Metall Ruthenium, Osmium, Rhenium, Iridium, Rhodium, Platin, Indium, Palladium, Molybdän, Technetium, Kupfer, Chrom oder Wolfram. Besonders bevorzugt sind Ruthenium, Iridium, Rhenium, Chrom und Osmium. Am meisten bevorzugt ist Ruthenium.

Die Liganden L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> sind Liganden mit mindestens zwei stickstoffhaltigen Heterocyclen. Bevorzugt sind aromatische Heterocyclen wie z. B. Bipyridyl, Bipyrazyl, Terpyridyl und Phenanthrolyl. Besonders bevorzugt werden die Liganden L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> aus Bipyridin- und Phenanthrolin-Ringsystemen ausgewählt.

Die reaktive funktionelle Gruppe X des Komplexes ist eine reaktive Gruppe, die mit einer immunologisch aktiven Substanz gekoppelt werden kann. Vorzugsweise ist die Gruppe X eine aktivierte Carbonsäuregruppe wie etwa ein Carbonsäurehalogenid, ein Carbonsäureanhydrid oder ein Aktivester, z. B. ein N-Hydroxysuccinimid-, ein p-Nitrophenyl-, Pentafluorphenyl-, Imidazolyl- oder N-Hydroxybenzotriazolylester, ein Maleimid oder eine photoaktivierbare Gruppe, z. B. ein Azid. Vorzugsweise enthält der Komplex nur eine einzige funktionelle Gruppe X.

Weiterhin kann der Komplex gegebenenfalls eine oder mehrere zum Ladungsausgleich erforderliche Gegenionen A enthalten.

Beispiele für geeignete negativ geladene Gegenionen sind Halogenide, OH<sup>-</sup>, Carbonat, Alkylcarboxylat, z. B. Trifluoracetat, Sulfat, Hexafluorophosphat- und Tetrafluoroborat-Gruppen. Hexafluorophosphat-, Trifluoracetat- und Tetrafluoroborat-Gruppen sind besonders bevorzugt. Beispiele für geeignete positiv geladene Gegenionen sind monovalente Kationen wie etwa Alkalimetall- und Ammoniumionen.

Der erfindungsgemäße Metallkomplex unterscheidet sich von den aus dem Stand der Technik bekannten Metallkomplexen dadurch, daß er im Linker zwischen dem Liganden und der reaktiven kopplungsfähigen Gruppe X mindestens einen Ladungsträger enthält. Der Begriff "Ladungsträger" bedeutet im Sinne der vorliegenden Erfindung eine Gruppe, die bei einem pH-Wert im Bereich von 6–8 überwiegend in ionischer Form

vorliegt.

Der Linker enthält vorzugsweise bis zu 10, besonders bevorzugt 2—8 und am meisten bevorzugt 2—4 solcher Ladungsträger.

Besonders bevorzugt enthält der Linker mindestens einen negativen Ladungsträger. Beispiele für geeignete negative Ladungsträger sind Phosphat-, Phosphonat-, Sulfonat- und Carboxylatgruppen, wobei Carboxylatgruppen am meisten bevorzugt sind.

Beispiele für positive Ladungsträger sind Amino- und ein- oder mehrfach substituierte Aminogruppen, wie etwa Mono-, Di- oder Trialkylaminogruppen, wobei Alkyl einen geraden oder verzweigten Alkylrest von 1—6 C-Atomen oder einen zyklischen Alkylrest von 3—6 C-Atomen bedeutet.

Der Linker hat eine Kettenlänge von vorzugsweise 4—40 Atomen und ist eine durch Einbau von Heteroatomen, z. B. Amidfunktionen, modifizierte Alkylkette. Die Ladungsträger sind im Linker vorzugsweise derart angeordnet, daß ein H-Atom einer Alkyleneinheit durch eine geladene Gruppe, z. B.  $\text{NH}_2^+$  oder  $\text{CO}_2^-$  ersetzt ist.

Vorzugsweise ist der Linker, der die freien Ladungsträger enthält, zumindest teilweise aus Aminocarbonsäure-Einheiten aufgebaut, die über Peptidbindungen miteinander verknüpft sind. Bei einem derartigen Linker können die Ladungsträger aus freien Amino oder/und Carboxylatgruppen von polyfunktionellen Aminocarbonsäuren stammen, die insgesamt mindestens 3 geladene Gruppen (Amino- plus Carboxylat) enthalten, so daß nach Einbau in den Linker und damit verbundener Reaktion von 2 der geladenen Gruppen noch mindestens ein freier Ladungsträger vorhanden ist. Beispielsweise können die Ladungsträger von trifunktionellen Aminocarbonsäuren stammen, die (a) eine Aminogruppe und 2 Carboxylatgruppen oder (b) 2 Aminogruppen und eine Carboxylatgruppe enthalten. Beispiele für derartige trifunktionelle Aminocarbonsäuren sind Lysin, Ornithin, Hydroxylysin, Asparaginsäure und Glutaminsäure.

Der erfindungsgemäße Metallkomplex kann weiterhin mindestens eine hydrophile Gruppe ausgewählt aus  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendioxy-Einheiten,  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendiothio-Einheiten,  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendioamino-Einheiten und Polyhydroxy-Einheiten enthalten.

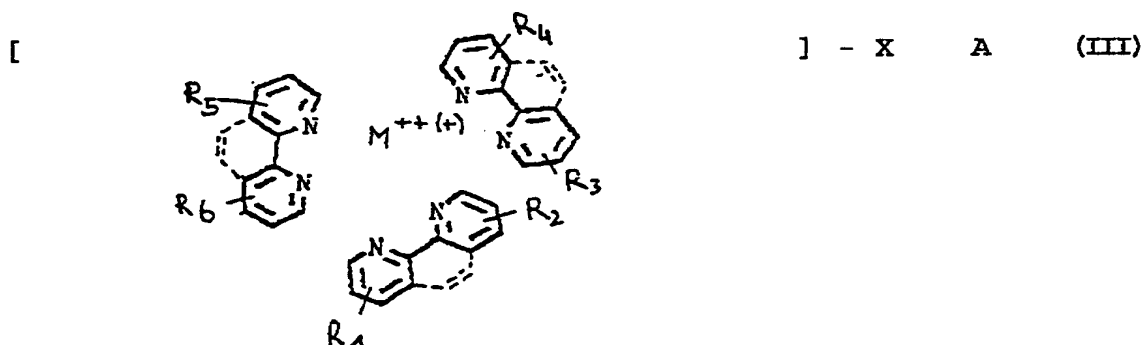
Die Polyhydroxy-Einheiten werden vorzugsweise aus Gruppen der Formeln (IIa) oder (IIb) ausgewählt:



worin W einen organischen Rest mit mindestens zwei Hydroxygruppen und R Wasserstoff oder  $\text{C}_1$ — $\text{C}_5$ -Alkyl bedeutet. Der organische Rest W enthält vorzugsweise 2 bis 6 und besonders bevorzugt 2 bis 4 Hydroxygruppen. Weiterhin sollte W günstigerweise 2 bis 10 und insbesondere 3—6 Kohlenstoffatome enthalten. Spezifische Beispiele für geeignete Polyhydroxy-Einheiten sind Reste von Polyalkoholen wie etwa Glycerin oder Aminopolyalkoholen. Ein bevorzugter Aminopolyalkohol ist Tris (2-Amino-2-(hydroxymethyl)-1,3-propantriol). In diesem Fall weist die Polyhydroxy-Einheit die Formel  $\text{NH}-\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_3$  auf. Die Polyalkohole bzw. Aminopolyalkohole sind an dem Metallkomplex vorzugsweise in Form von Estern bzw. Amiden gekoppelt. Die OH-Gruppen der Polyalkohole bzw. Aminopolyalkohole können gegebenenfalls durch hydrophile Gruppen, z. B. durch dendrimere Gruppen substituiert sein.

Die  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendioxy-,  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendiothio- und  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendioamino-Einheiten des erfindungsgemäßen Metallkomplexes sind vorzugsweise  $\text{C}_2$ -Einheiten und insbesondere Ethylendioxy-Einheiten. Der Komplex enthält pro Metallkation vorzugsweise 1 bis 30 und besonders bevorzugt 2 bis 20  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendioxy-,  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendiothio- bzw.  $\text{C}_2$ — $\text{C}_3$ -Alkylendioamino-Einheiten. Diese Einheiten sind Bestandteile von Substituenten der heterocyclischen Liganden des Metallkomplexes. Sie können im Linker zwischen einem der Liganden und der reaktiven funktionellen Gruppe X oder/und in einfachen Substituenten vorliegen. Die Alkylendioxy-, Alkylendiothio- bzw. Alkylendioamino-Einheiten können auch über einen Brückenkopf miteinander verknüpft sein, der gegebenenfalls eine funktionelle Gruppe X tragen kann. Andererseits können über den Brückenkopf auch mehrere Komplexeinheiten miteinander verknüpft sein.

In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besitzt der erfindungsgemäße Metallkomplex die allgemeine Formel (III):



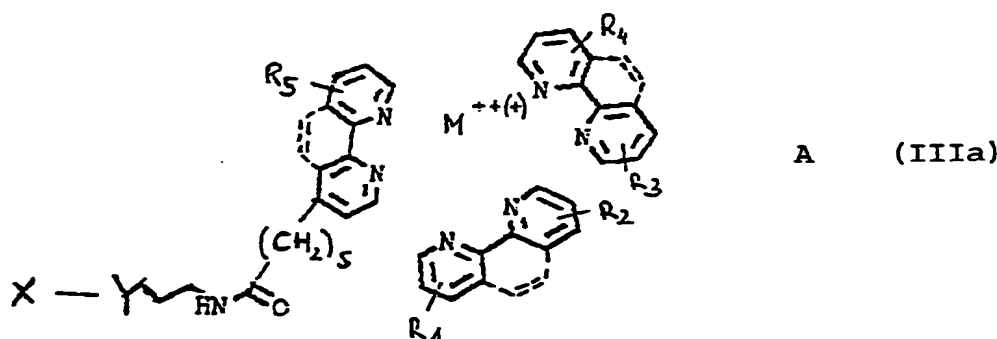
worin M, X und A wie vorstehend definiert sind,  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$ ,  $\text{R}_3$ ,  $\text{R}_4$ ,  $\text{R}_5$  und  $\text{R}_6$  gleich oder verschieden sind und jeweils

einen oder mehrere Substituenten bedeuten, unter der Voraussetzung, daß X über einen der Substituenten  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  oder  $R_6$  als Linker an einen der Liganden gebunden ist.

Die Liganden des Komplexes sind je nach Anwesenheit bzw. Abwesenheit der durch gebrochene Linien bezeichneten Gruppen gegebenenfalls substituierte Phenanthrolin- bzw. Bipyridinsysteme.

Die Substituenten  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  und  $R_6$  an den Liganden sind — sofern sie nicht den Linker der Gruppe X enthalten — vorzugsweise Wasserstoff,  $C_1$ – $C_5$ -Alkyl, insbesondere  $C_1$ – $C_3$ -Alkyl, oder eine hydrophile Gruppe wie oben definiert.

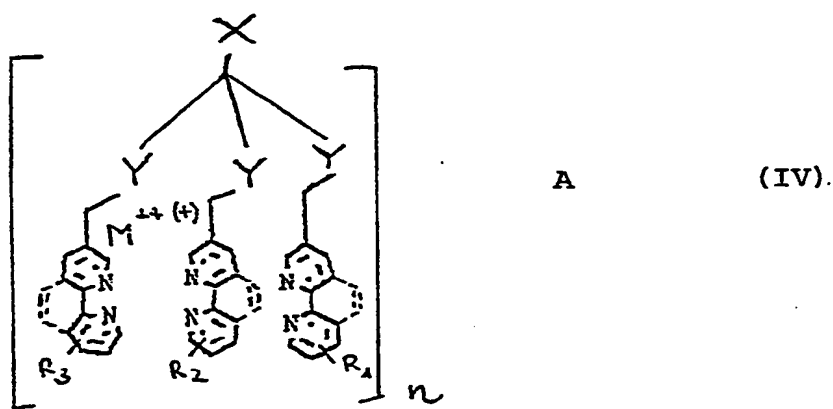
In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzen die Metallkomplexe die allgemeine Formel (IIIa):



worin M, X und A wie vorstehend definiert sind,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  und  $R_5$  wie vorstehend definiert sind, s eine ganze Zahl von 0 bis 6 vorzugsweise von 1 bis 4 ist und Y den Linker mit freien Ladungsträgern bedeutet.

Beispiele für Verbindungen der Formeln (III) bzw. (IIIa) sind in Abb. 1–3 dargestellt. Abb. 1 und 2 zeigen Komplexe, die einen Linker mit jeweils einem freien negativen Ladungsträger aufweisen. Der Linker enthält jeweils eine trifunktionelle Aminosäure, nämlich Lysin, deren Aminogruppen zur Ausbildung von Peptidbindungen im Linker dienen, während die Carboxylatgruppe den freien Ladungsträger bildet. Abb. 3 zeigt einen Linker, aus 4 Aminosäure-Einheiten, nämlich  $\beta$ -Alanin, Lysin und zweimal Glutaminsäure aufgebaut ist. Der Linker enthält 3 negative Ladungsträger, jeweils eine Carboxylatgruppe von den beiden Glu-Resten und eine Carboxylatgruppe, die von Lys stammt. Die funktionelle Gruppe X ist in Abb. 1 und 3 ein zur Kopplung an SH-Gruppen geeignetes Maleimid und in Abb. 2 ein zur Kopplung an  $NH_2$ -Gruppen geeigneter N-Hydroxysuccinimidester.

Die Liganden des erfindungsgemäßen Metallkomplexes können auch miteinander verknüpft sein, so daß der Metallkomplex in Form eines Halbkäfigs bzw. Käfigs vorliegt. Eine bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Metallkomplexes in Form eines Halbkäfigs oder Käfigs besitzt die allgemeine Formel (IV):



worin M, X, n und A wie vorstehend definiert sind,  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  gleich oder verschieden sind und jeweils einen oder mehrere Substituenten — wie vorstehend definiert — an dem Bipyridin- oder Phenanthrolin-Liganden bedeuten und Y jeweils einen Linker mit mindestens einem Ladungsträger bedeutet.

Wenn die Substituenten  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  in Formel (IV) und gegebenenfalls über Linkergruppen kovalent miteinander verknüpft sind, dann besitzt der Komplex der Formel (IV) die Form eines Käfigs.

Der Komplex der Formel (IV) kann nicht nur als Monomer, sondern als Oligomer aus vorzugsweise bis zu 5 einzelnen Metallkomplexen vorliegen. Hierzu kann die funktionelle kopplungsfähige Gruppe X beispielsweise ein Substituent an einem aromatischen Kern, z. B. einem Phenylkern sein, wobei zwei oder mehr der restlichen Substituenten npositionen des aromatischen Kerns durch einen halbkäfig- bzw. käfigförmigen Metallkomplex substituiert sein können.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Metallkomplexe kann durch Reaktion eines Metallsalzes, z. B. eines Metallhalogenids mit den entsprechenden Liganden und ggf. anschließenden Austausch des Halogenidions

durch Hexafluorophosphat-, Trifluoraceta- oder Tetrafluoroborat-Anionen erfolgen. Derartige Verfahren sind im Stand der Technik, z. B. in EP-B 0 178 450 und EP-B 0 255 534 beschrieben. Auf diese Offenbarung wird hiermit Bezug genommen.

Der Aufbau eines geladenen Linkers an einem N-heterocyclischen Liganden mit einem geladenen Linker kann einerseits als Kopplungsreaktion in Lösung durchgeführt werden, wobei eine gegebenenfalls partiell geschützte Aminocarbonsäure an eine reaktive Gruppe des Liganden, z. B. eine Carbonsäure, gekoppelt wird. Dieser Kopplungsabschnitt kann gegebenenfalls nochmals wiederholt werden, bis ein Linker mit der gewünschten Länge aufgebaut ist. Dabei wird mindestens eine polyfunktionelle Aminocarbonsäure eingeführt, die eine oder mehrere geladene Seitengruppen enthält.

Anschließend wird die reaktive Gruppe X eingeführt und gegebenenfalls vorhandene Schutzgruppen auf den Seitengruppen der Aminocarbonsäuren werden abgespalten. Dieser Aufbau des Liganden durch sukzessive Ankopplung von Aminosäuren in Lösung kann einerseits an einem einzelnen Liganden und andererseits an einem bereits an einen Metallkomplex gebundenen Liganden als Ausgangsmaterial erfolgen. Ein geeignetes Ausgangsmaterial ist z. B. ein lumineszierender Metallkomplex, der eine freie Carboxylatgruppe enthält. Derartige Komplexe sind aus den obengenannten Dokumenten bekannt und werden auch z. B. von der Firma Igen Inc., Rockville, MD, USA kommerziell angeboten.

Andererseits kann die Herstellung der Komplexe auch durch Festphasen-Peptidsynthese erfolgen. In einer ersten Ausführungsform der Festphasensynthese wird eine Aminosäure über ihre Carboxylatgruppe an den Festphasenträger gekoppelt und dann durch sukzessive Kopplung weiterer Aminosäuren der gewünschte Linker aufgebaut. Zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Linkers wird dabei mindestens eine Aminosäure verwendet, die als Seitengruppe eine geladene Gruppe, z. B. eine Amino- oder eine Carboxylatgruppe, gegebenenfalls in geschützter Form enthält. Nach Fertigstellung der gewünschten Linkersequenz kann ein aktivierter Metallkomplex, z. B. als Aktivester, an die freie N-terminale Aminogruppe des festphasengebundenen Peptids gekoppelt werden. Nach Abspaltung von der Festphase kann die reaktive Gruppe X an den Carboxyterminus des Peptidlinkers gekoppelt und gegebenenfalls vorhandene Schutzgruppen abgespalten werden.

In einer anderen Ausführungsform der Festphasensynthese kann ein Aminosäure-Metallkomplex-Konjugat, das eine geschützte Aminogruppe und eine Carboxylatgruppe enthält, z. B. Fmoc-Lys (BRu)-OH (Abb. 4) über die freie Carboxylatgruppe an eine Festphase verankert werden und nach Freisetzung der blockierten Aminogruppe ein Peptidlinker aufgebaut werden. Nach Fertigstellung der gewünschten Linkersequenz wird der Komplex von der Festphase abgespalten, wobei ein Linker erhalten wird, der zumindest die ursprüngliche Carboxylatankergruppe als freien Ladungsträger enthält. Die reaktive Gruppe X kann an den Aminoterminus des resultierenden Peptidlinkers gekoppelt werden.

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Metallkomplexe kann auch eine Kombination der obengenannten Syntheseverfahren erfolgen. Aminosäure-Metallkomplex-Konjugate, die zur Festphasensynthese der erfindungsgemäßen Komplexe mit geladenem Linker geeignet sind, werden in DE-A 44 30 998.8 beschrieben. Auf diese Offenbarung wird hiermit Bezug genommen.

Die Herstellung von Metallkomplexen der Formel (IV) mit Halbkäfig- oder Käfigstruktur kann beispielsweise erfolgen durch Anfügen von geladenen Linkern an die Bipyridin- oder Phenanthrolinliganden und Knüpfung dieser Einheiten an einen Brückenkopf über eine Amidbindung. Bei Verwendung von zwei Brückenköpfen können vollständige Käfigstrukturen erhalten werden. Bevorzugt ist die Knüpfung von drei Liganden an einen trivalenten Brückenkopf, z. B. Tris.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Konjugat, umfassend eine biologische Substanz, an die mindestens ein erfindungsgemäßer Metallkomplex gekoppelt ist. Beispiele für geeignete biologische Substanzen sind Zellen, Viren, subzelluläre Teilchen, Proteine, Lipoproteine, Glycoproteine, Peptide, Polypeptide, Nukleinsäuren, peptidische Nukleinsäuren (PNA), Oligosaccharide, Polysaccharide, Lipopolysaccharide, zelluläre Metaboliten, Haptene, Hormone, pharmakologische Wirkstoffe, Alkaloide, Steroide, Vitamine, Aminosäuren und Zucker.

Die Kopplung des Metallkomplexes mit der biologischen Substanz erfolgt über die reaktive funktionelle Gruppe des Metallkomplexes, die mit einer funktionellen Gruppe der biologischen Substanz kovalent koppeln kann. Wenn die funktionelle Gruppe ein Aktivester ist, kann beispielsweise eine Kopplung mit freien Aminogruppen der biologischen Substanz erfolgen. Wenn die funktionelle Gruppe ein Maleimidrest ist, kann eine Kopplung mit freien SH-Gruppen der biologischen Substanz erfolgen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Metallkomplexe an ein Peptid gekoppelt, das vorzugsweise eine Länge von maximal 50 Aminosäuren und besonders bevorzugt von maximal 30 Aminosäuren aufweist. Die Herstellung dieser Metallkomplex-markierten Peptide erfolgt vorzugsweise dadurch, daß man ein Peptid mit der gewünschten Aminosäuresequenz an einer Festphase synthetisiert, wobei man a) nach der Synthese einen aktivierten Metallkomplex, vorzugsweise ein Metallkomplex-Aktivesterderivat an die N-terminale Aminogruppe des Peptids koppelt oder/und b) während der Synthese an mindestens einer Position des Peptids ein Aminosäurederivat einführt, das kovalent mit einem Metallkomplex gekoppelt ist. Die Kopplung des Metallkomplexes an die N-terminale Aminosäure des Peptids erfolgt vorzugsweise vor Abspaltung des Peptids von der Festphase und vor einer Abspaltung von Schutzgruppen an reaktiven Seitengruppen der zur Peptidsynthese verwendeten Aminosäurederivate.

Die Peptide enthalten vorzugsweise einen immunologisch reaktiven Epitopbereich und einen Spacerbereich, wobei mindestens eine Metallkomplex-Markierungsgruppe an den Spacerbereich gekoppelt wird. Der Spacerbereich weist vorzugsweise eine Länge von 1 bis 10 Aminosäuren auf und ist am Amino- oder/und Carboxyterminus des Peptids angeordnet.

Der Spacerbereich enthält vorzugsweise Aminosäuren, die Ladungen aufweisen oder/und Wasserstoffbrücken ausbilden können. Die Aminosäuren des Spacerbereichs werden vorzugsweise gebildet aus der Gruppe

b stehend aus Glycin,  $\beta$ -Alanin,  $\gamma$ -Aminobuttersäure,  $\epsilon$ -Aminocapronsäure, Lysin und Verbindungen der Strukturformel  $\text{NH}_2-[(\text{CH}_2)_y]_x-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ , worin  $y$  2 oder 3 ist und  $x$  1 bis 10 ist.

Die Epitopbereiche der Peptide stammen vorzugsweise aus pathogenen Organismen, z. B. Bakterien, Viren, und Protozoen, oder aus Autoimmun-Antigenen. Besonders bevorzugt stammt der Epitopbereich aus viralen Antigenen, z. B. den Aminosäuresequenzen von HIVI, HIVII oder Hepatitis C-Virus (HCV).

Weitere bevorzugte Beispiele für biologische Substanzen sind Biotin, Nukleinsäuren, Antikörper oder Antikörperfragmente, Polypeptidantigene, d. h. immunologisch reaktive Polypeptide, oder Haptene, d. h. organische Moleküle mit einem Molekulargewicht von 150 bis 2000, insbesondere Moleküle mit einem Steroidgrundgerüst, wie etwa Cardenolide, Cardenolid-Glycoside (z. B. Digoxin, Digoxigenin), Steroid-Alkaloide, Sexualhormone (z. B. Progesteron), Glucocorticoide etc. Weitere Beispiele für Haptene sind Prostaglandine, Leucotriene, Leucodiene, Thromboxane etc.

Noch ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Metallkomplexe, bzw. der erfindungsgemäßen Konjugate in einem immunologischen Nachweisverfahren, insbesondere in einem Lumineszenz-Assay.

Dabei wird der Metallkomplex als Markierungsgruppe verwendet, mit deren Hilfe die qualitative oder/und quantitative Bestimmung eines Analyten in einer Probelösung möglich ist. Der Nachweis des Metallkomplexes erfolgt vorzugsweise durch Elektrochemilumineszenz, wobei lumineszierende Spezies elektrochemisch an der Oberfläche einer Elektrode erzeugt werden. Beispiele zur Durchführung von Lumineszenz-Assays mit Metallkomplexen des Standes der Technik finden sich in EP-A 0 580 979, WO 90/05301, WO 90/11511 und WO 92/14138. Auf die dort offenbarten Verfahren und Vorrichtungen für Lumineszenz-Assays wird hiermit Bezug genommen. Die Elektrochemilumineszenz-Assays werden in Gegenwart einer Festphase durchgeführt, die vorzugsweise aus Mikropartikeln, insbesondere aus magnetischen Mikropartikeln besteht, die mit einer reaktiven Beschichtung versehen sind, z. B. mit Streptavidin. Auf diese Weise können Immunkomplexe, die einen Metallkomplex als Markierungsgruppe enthalten, an die Festphase gebunden nachgewiesen werden.

Die Elektrochemilumineszenz-Messung wird vorzugsweise in Gegenwart eines Reduktionsmittels für den Metallkomplex durchgeführt, z. B. einem Amin. Bevorzugt sind aliphatische Amine, insbesondere primäre, sekundäre und tertiäre Alkylamine, deren Alkylgruppen jeweils 1 bis 3 Kohlenstoffatome aufweisen. Besonders bevorzugt ist Tripropylamin. Das Amin kann jedoch auch ein aromatisches Amin, wie Anilin oder ein heterocyclisches Amin sein. Das Reduktionsmittel kann bereits in der Ligandensphäre des Komplexes integriert sein.

Weiterhin kann ggf. Verstärker ein nichtionisches oberflächenaktives Mittel, z. B. ein ethoxyliertes Phenol vorhanden sein. Derartige Substanzen sind beispielsweise kommerziell unter den Bezeichnungen Triton X100 oder Triton N401 erhältlich.

Andererseits kann der Nachweis des lumineszierenden Metallkomplexes auch durch Fluoreszenz erfolgen, wobei das Metallchelate durch Bestrahlung mit einem Licht der geeigneten Wellenlänge angeregt und die daraus resultierende Fluoreszenzstrahlung gemessen wird. Beispiele zur Durchführung von Fluoreszenz-Assays finden sich in EP-A 0 178 450 und EP-A 0 255 534. Auf diese Offenbarung wird hiermit Bezug genommen.

Weiterhin wird die vorliegende Erfindung durch nachfolgende Beispiele und Abbildungen erläutert. Es zeigen:

Abb. 1—3 erfindungsgemäße Metallkomplexe und

Abb. 4 ein zum Aufbau eines erfindungsgemäßen Metallkomplexes geeignetes Aminosäure-Metallkomplex-Konjugat.

#### Beispiel 1

##### Herstellung eines Metallkomplexes mit geladenem Linker

6 mmol des Metallkomplexes  $\text{Ru}(\text{Bipyridin})_2(\text{Bipyridin-CO-N-Hydroxysuccinimidester})$  gemäß EP-A 0 580 979 werden in 50 ml Dimethylformamid gelöst und dazu eine Lösung von Fmoc-Lysin in Dimethylformamid getropft. Das Lösungsmittel wird im Hochvakuum entfernt. Der Rückstand wird in wenig Aceton gelöst, mit 300 ml Chloroform versetzt und kurz zum Sieden erhitzt. Man läßt abkühlen und trennt das abgeschiedene Öl vom Lösungsmittel ab. Durch Trocknen erhält man die gewünschte Verbindung  $\text{Ru}(\text{bpy})_2(\text{bpy-CO-(Fmoc-Lys)})$  als Festsubstanz.

Die Abspaltung der Fmoc-Schutzgruppe erfolgt durch Umsetzung in Dioxan/Aceton mit einem 4-fachen Überschuß an Piperidin für 2 Stunden bei 80°C. Nach dem Abkühlen trennt man den öligen Rückstand ab und führt eine Chloroform/Wasser-Extraktion durch. Die wäßrige Phase wird isoliert und man erhält die Verbindung  $\text{Ru}(\text{bpy})_2(\text{bpy-CO-Lys})$  als roten Feststoff.

60 mg dieser Verbindung werden in 10 ml Aceton gelöst, Maleimidopropionsäure-N-Hydroxysuccinimidester zugefügt und 4 Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Der Rückstand wird über präparative HPLC gereinigt. Man erhält 17 mg der Verbindung  $\text{Ru}(\text{bpy})_2(\text{bpy-CO-Lys-MP})$ . Diese Verbindung ist in Abb. 1 dargestellt.

#### Beispiel 2

##### Herstellung eines Metallkomplexes mit geladenem Linker

$\text{Ru}(\text{bpy})_2(\text{bpy-CO-Lys})$  gemäß Beispiel 1 und der 10-fache molare Überschuß an Korksäure-bis-N-hydroxysuccinimidester werden in Dimethylformamid gelöst und 2 h bei Raumtemperatur gerührt. Das Lösungsmittel wird im Hochvakuum entfernt, der Rückstand mit Wasser extrahiert und nach Hexanbehandlung lyophilisiert. Die Reinigung erfolgt über HPLC (100%  $\text{H}_2\text{O}$ , in 20 min. auf 100% Acetonitril,  $\text{C}_{18}$ , 3  $\mu\text{m}$ -Säule, Flußrate: 1 ml/min., Retentionszeit: 10,00 min.). Die erhaltene Verbindung ist in Abb. 2 dargestellt.



## Beispiel 3

## Herstellung von Metallkomplexen über eine Festphasen-Peptidsynthese

Die Metallkomplexe mit geladenem Linker wurden mittels Fluorenylmethyloxycarbonyl-(Fmoc)-Festphasen-peptidsynthese an einem Batch-Peptidsynthesizer, z. B. von Applied Biosystems A431 oder A433, hergestellt. Dazu wurden jeweils 4.0 Äquivalente der in Tabelle 1 dargestellten Aminosäurederivate verwendet:

Tabelle 1

A	Fmoc-Ala-OH
C	Fmoc-Cys (Trt) -OH
D	Fmoc-Asp (OtBu) -OH
E	Fmoc-Glu (OtBu) -OH
F	Fmoc-Phe-OH
G	Fmoc-Gly-OH
H	Fmoc-His (Trt) -OH
I	Fmoc-Ile-OH
K1	Fmoc-Lys (Boc) -OH
K2	Boc-Lys (Fmoc) -OH
K3	Fmoc-Lys (BPRu) -OH
L	Fmoc-Leu-OH
M	Fmoc-Met-OH
N	Fmoc-Asn (Trt) -OH
P	Fmoc-Pro-OH
Q	Fmoc-Gln (Trt) -OH
R	Fmoc-Arg (Pmc) -OH
S	Fmoc-Ser (tBu) -OH
T	Fmoc-Thr (tBu) -OH
U	Fmoc-Salanin-OH
V	Fmoc-Val-OH
W	Fmoc-Trp-OH
Y	Fmoc-Tyr (tBu) -OH
Z	Fmoc- $\epsilon$ -Aminocapronsäure-OH
Nle	Fmoc- $\epsilon$ -Norleucin-OH
Abu	Fmoc- $\gamma$ -Aminobuttersäure-OH

Bei der Variante (a) — Einführung des Metallkomplexes nach Beendigung der Festphasensynthese — wurde ein aktivierter Ruthenium(bipyridyl)<sub>3</sub>-Komplex (BPRu), z. B. Ru (bpy)<sub>2</sub>(bpy-CO-NHS) (vgl. Beispiel 1) an die N-terminale Aminosäure des Peptids gekoppelt.

Gemäß Variante (b) erfolgte die Einführung von Metallchelatgruppen in die Peptidsequenz durch den Einbau von Metallchelat-gekoppelten Aminosäurederivaten, z. B. am Carboxylterminus der Sequenz über einen

mit Metallchelate-aktivsterisierbaren Lysinresten, z. B. das Lysin-Derivat K3 (Abb. 4).

Die Aminosäuren oder Aminosäurederivate wurden in N-Methylpyrrolidon gelöst. Das Peptid wurde an 400–500 mg 4-(2',4'-Dimethoxyphenyl-Fmoc-Aminomethyl)-Phenoxy-Harz (Tetrahedron Letters 28 (1987), 2107) mit einer Beladung von 0,4–0,7 mmol/g aufgebaut (JACS 95 (1973), 1328). Die Kupplungsreaktionen wurden bezüglich des Fmoc-Aminosäurederivats mit 4 Äquivalenten Dicyclohexylcarbodiimid und 4 Äquivalenten N-Hydroxybenzotriazol in Dimethylformamid als Reaktionsmedium während 20 min durchgeführt. Nach jedem Syntheseschritt wurde die Fmoc-Gruppe mit 20%igem Piperidin in Dimethylformamid in 20 min abgespalten.

Bei Anwesenheit von Cysteinresten in der Peptidsequenz erfolgte unmittelbar nach Beendigung der Synthese eine Oxidation an der Festphase mit Jod in Hexafluorisopropanol/Dichlormethan.

Die Freisetzung des Peptids vom Träger und die Abspaltung der säurelabilen Schutzgruppen erfolgte mit 20 ml Trifluoressigsäure, 0,5 ml Ethandithiol, 1 ml Thioanisol, 1,5 g Phenol und 1 ml Wasser in 40 min bei Raumtemperatur. Die Reaktionslösung wurde anschließend mit 300 ml gekühltem Diisopropylether versetzt und zur vollständigen Fällung des Peptids 40 min bei 0°C gehalten. Der Niederschlag wurde abfiltriert, mit Diisopropylether nachgewaschen, mit wenig 50%-iger Essigsäure gelöst und lyophilisiert. Das erhaltene Rohmaterial wurde mittels präparativer HPLC an Delta-PAK RP C18-Material (Säule 50 × 300 mm, 100 Å, 15 µ) über einen entsprechenden Gradienten (Eluent A: Wasser, 0,1% Trifluoressigsäure, Eluent B: Acetonitril, 0,1% Trifluoressigsäure) in ca. 120 min. aufgereinigt. Die Identität des eluierten Materials wurde mittels Ionenspray-Massenspektrometrie geprüft.

Die Einführung der Metallchelate-Markierung erfolgte gemäß Variante (a) über entsprechende Aktivester-Derivate an die freie N-terminale Aminogruppe des trägergebundenen Peptids. Hierzu wurden 4 Äquivalente Ruthenium(bipyridyl)<sub>3</sub>-Komplex (BPRu) pro freie primäre Aminofunktion, aktiviert mit N-Hydroxybenzotriazol/Dicyclohexylcarbodiimid und in wenig DMSO gelöst, zugetropft und bei Raumtemperatur gerührt. Der Umsatz wurde über analytische HPLC verfolgt. Nach Abspaltung vom Träger wurde das Produkt mittels präparativer HPLC aufgereinigt. Die Identität des eluierten Materials wurde mittels Ionenspray-Massenspektrometrie geprüft.

Die Herstellung der Peptide erfolgte auch durch eine Kombination von Variante (a) und (b), d. h. Einbau von Metallchelate-gekoppelten Aminosäurederivaten innerhalb der Sequenz, Abspaltung der N-terminalen Fmoc-Gruppe und Reaktion der freien N-terminalen Aminogruppe mit einem Metallchelate-Aktivesterderivat.

Bei einem ausschließlich direkten Einbau der Metallchelate-gekoppelten Aminosäurederivate während der Festphasensynthese gemäß Variante (b) war eine nachträgliche Einführung von Metallchelate-Aktivestern nicht mehr erforderlich.

Ein Beispiel für einen durch Festphasensynthese hergestellten Metallkomplex ist in Abb. 3 gezeigt.

Zur Einführung der Maleinimidfunktion wurde das Peptid in 0,1 M Kaliumphosphatpuffer pH 7,0 gelöst und mit einem Äquivalent Maleinimidpropionsäure-N-hydroxysuccinimidester in DMSO versetzt und 16 h bei 25°C gerührt. Der Ansatz wurde über präparative HPLC (siehe oben) aufgereinigt. Die Identität des eluierten Materials wurde mittels Ionenspray-Massenspektrometrie geprüft. Die Einführung einer reaktiven-N-Hydroxysuccinimidesterfunktion erfolgte entsprechend DE-A 43 02 241.

#### Beispiel 4

##### Anwendung von Metallkomplexen mit geladenem Linker in immunologischen Tests

Es wurde ein Doppel-Antigen-Brückentest zum Nachweis spezifischer Antikörper gegen Hepatitis C-Virus (HCV) durchgeführt. Hierbei wurde die Probeflüssigkeit mit einem Rutheniummarkierten Antigen und einem biotinylierten Antigen gegen den zu bestimmenden Antikörper in Gegenwart einer streptavidinbeschichteten Festphase inkubiert. Das Vorhandensein von Anti-HCV-Antikörpern in der Probeflüssigkeit wurde durch Bestimmung der Markierung in der Festphase durch Elektrochemilumineszenz nach dem Flash-System bestimmt.

Als Antigen wurde ein HCV-Polypeptid, welches die Aminosäuren 1207–1488 von HCV enthält, verwendet. Die Aminosäuresequenz und Herstellung eines derartigen Polypeptids ist in DE-A 44 28 705.4 beschrieben.

Zur Derivatisierung des HCV-Polypeptids mit succinimidesteraktivierten Rutheniumkomplexen wurde das Polypeptid in einem 100 mM Natriumphosphatpuffer pH 6,5, 0,1% SDS in einer Proteinkonzentration von 10 mg/ml gelöst. Durch Zusatz von 5 M NaOH wurde der pH-Wert auf 8,5 eingestellt und die Lösung mit Dithiothreitol auf eine Endkonzentration von 2 mM aufgestockt. Zu dieser Lösung wurde die der gewünschten Angebotsstöchiometrie entsprechende Menge eines succinimidesteraktivierten Rutheniumkomplexes in DMSO zugegeben und anschließend für 60 min bei 65°C unter Rühren inkubiert. Die Reaktion wurde durch Aufstocken des Reaktionsgemisches mit Lysin auf eine Endkonzentration von 10 mM und eine weitere Inkubation für 30 min abgestoppt. Anschließend wurde der Ansatz gegen 100 mM Natriumphosphatpuffer pH 6,5, 0,1% SDS dialysiert. Die resultierende Proteinlösung wurde mit Saccharose (Endkonzentration 6,5% (w/v)) versetzt und in Portionen lyophilisiert.

Zur Herstellung eines mit einem Maleinimid-aktivierten Rutheniumkomplex derivatisierten HCV-Polypeptids wurde das Polypeptid in 100 mM Natriumphosphatpuffer pH 6,5, 0,1% SDS (Proteinkonzentration 10 mg/ml) aufgenommen. Zu dieser Lösung wurde die der gewünschten Angebotsstöchiometrie entsprechende Menge des maleinimidaktivierten Rutheniumkomplexes in DMSO zugegeben und 60 min bei 25°C unter Rühren inkubiert. Die Reaktion wurde durch Aufstocken des Reaktionsgemisches mit Cystein auf eine Endkonzentration von 10 mM und weitere Inkubation für 30 min abgestoppt. Das Reaktionsgemisch wurde daraufhin wie oben beschrieben dialysiert, mit Saccharose versetzt und in Portionen lyophilisiert.

Es wurden 3 Experimente durchgeführt, in denen jeweils unterschiedliche ruthenylierte Antigene eingesetzt wurden. Für Experiment A (Vergleich) wurde das Polypeptid an den in den Beispielen 1 und 2 als Ausgangsmaterial verwendeten Ruthenium-Komplex gemäß EP-A 0 580 979 in einem stöchiometrischen Verhältnis von 1 : 3 gekoppelt. Für Experiment B wurde das Polypeptid mit dem in Beispiel 1 hergestellten erfindungsgemäßen Ruthenium-Komplex (Abb. 1) in einem stöchiometrischen Verhältnis von 1 : 1 gekoppelt. Für Experiment C wurde das Polypeptid mit dem in Beispiel 3 hergestellten Ruthenium-Komplex (Abb. 3) im stöchiometrischen Verhältnis von 1 : 1 gekoppelt. Als biotinyliertes Antigen wurde in allen 3 Experimenten ein Polypeptid verwendet, das im stöchiometrischen Verhältnis von 1 : 6 an ein Maleimid-aktiviertes Biotin gekoppelt worden war. Das ruthenylierte und das biotinylierte Antigen wurden jeweils in einer Konzentration von 400 ng/ml Testflüssigkeit eingesetzt.

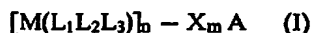
In Tabelle 4 ist das Ergebnis der Experimente A, B und C in ECL-Counts dargestellt. Es ist ersichtlich, daß erst die Verwendung der erfindungsgemäßen Metallkomplexe mit geladenem Linker als Markierungsgruppen eine zuverlässige Unterscheidung zwischen einer negativen Serumprobe und einer kritischen positiven Serumprobe erlaubt. Dies zeigt sich in einem höheren Verhältnis positiv/negativ.

Tabelle 2

Experiment	A (Vergleich)	B	C
negative Probe	323317	132288	14467
positive Probe	465769	1323338	319752
Verhältnis positiv/negativ	1,4	10	22

## Patentansprüche

## 1. Metallkomplexe mit der allgemeinen Formel (I):



worin

- M ein zwei- oder dreiwertiges Metallkation ausgewählt aus Seltenerde- oder Übergangmetallionen ist,
- L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> gleich oder verschieden sind und Liganden mit mindestens zwei stickstoffhaltigen Heterocyclen bedeuten, wobei L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub> über Stickstoffatome an das Metallkation gebunden sind,
- X eine reaktive funktionelle Gruppe ist, die an mindestens einen der Liganden L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> kovalent über einen Linker gebunden ist,
- n eine ganze Zahl von 1 bis 10 ist,
- m eine ganze Zahl von 1 bis 6 ist und
- A die gegebenenfalls zum Ladungsausgleich erforderlichen Gegenionen bedeutet,

dadurch gekennzeichnet, daß der Linker mindestens einen positiven oder/und negativen Ladungsträger enthält.

2. Komplex nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallkation M ein Ruthenium-, Rhenium-, Osmium-, Chrom- oder Iridiumion ist.
3. Komplex nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Metallkation M ein Rutheniumion ist.
4. Komplex nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Liganden L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> Bipyridin- oder/und Phenanthrolin-Ringsysteme enthalten.
5. Komplex nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die reaktive funktionelle Gruppe X ein Carbonsäurehalogenid, ein Carbonsäureanhydrid, Aktivester, ein Maleimid oder eine photoaktivierbare Gruppe ist.
6. Komplex nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenionen A Hexafluorophosphat-, Trifluoracetat- oder Tetrafluoroborat-Gruppen sind.
7. Komplex nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß der Linker mindestens einen negativen Ladungsträger, ausgewählt aus Phosphat-, Phosphonat-, Sulfonat- und Carboxylatgruppen enthält.
8. Komplex nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Linker mindestens eine Carboxylatgruppe enthält.
9. Komplex nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß der Linker mindestens einen positiven Ladungsträger, ausgewählt aus Amino- und substituierten Aminogruppen enthält.
10. Komplex nach einem der Ansprüche 1—9, dadurch gekennzeichnet, daß der Linker bis zu 10 Ladungsträger enthält.
11. Komplex nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Linker 2—8 Ladungsträger enthält.

12. Komplex nach einem der Ansprüche 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß der Linker zumindest teilweise aus Aminocarbonsäure-Einheiten aufgebaut ist, die über Peptidbindungen miteinander verknüpft sind.

13. Komplex nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladungsträger von polyfunktionellen Aminocarbonsäuren stammen, die nach Einbau in den Linker noch mindestens einen freien Ladungsträger enthalten.

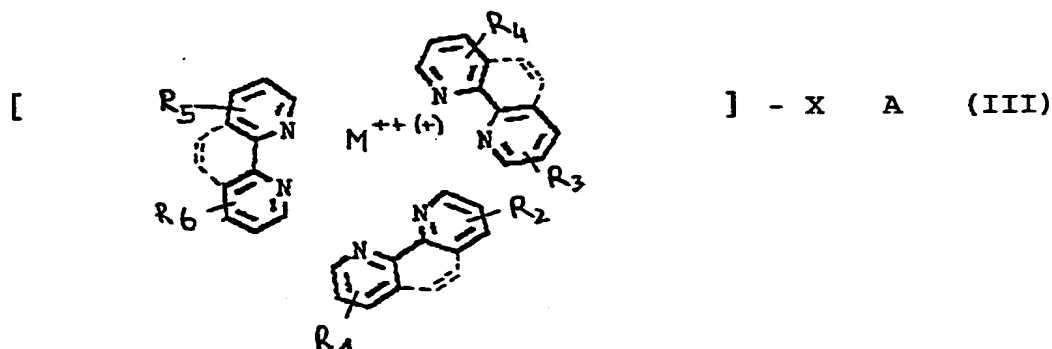
14. Komplex nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladungsträger von trifunktionellen Aminocarbonsäuren stammen, die

(a) eine Aminogruppe und zwei Carboxylatgruppen oder

(b) zwei Aminogruppen und eine Carboxylatgruppe enthalten.

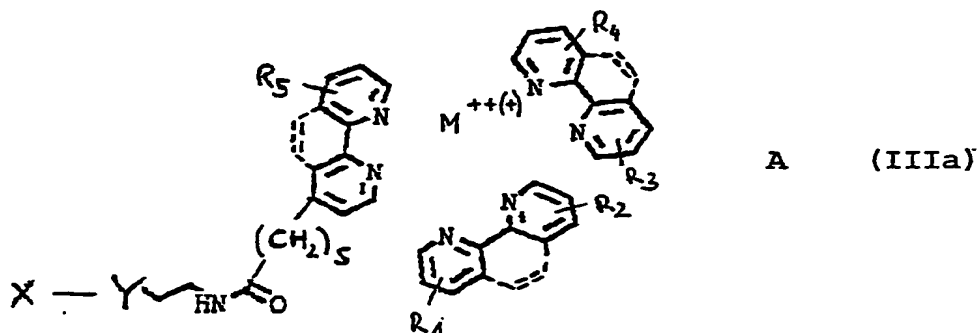
15. Komplex nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die trifunktionellen Aminocarbonsäuren ausgewählt sind aus Lysin, Ornithin, Hydroxylysin, Asparaginsäure und Glutaminsäure.

16. Komplex nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit der allgemeinen Formel (III):



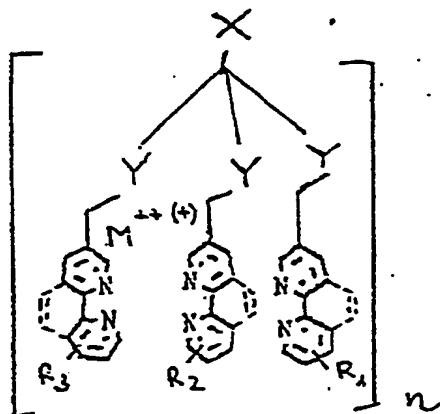
worin  $M, X$  und  $A$  wie in Anspruch 1 definiert sind,  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  und  $R_6$  gleich oder verschieden sind und jeweils einen oder mehrere Substituenten bedeuten, unter der Voraussetzung, daß  $X$  über einen der Substituenten  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  oder  $R_6$  als Linker an einen der Liganden gebunden ist.

17. Komplex nach Anspruch 16 mit der allgemeinen Formel (IIIa):



worin  $M, X$  und  $A$  wie in Anspruch 1 definiert sind,  $R_1, R_2, R_3, R_4$  und  $R_5$  wie in Anspruch 16 definiert sind,  $s$  eine ganze Zahl von 0 bis 6 ist und  $Y$  den Linker bedeutet.

18. Komplex nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit der allgemeinen Formel (IV):



A (IV)

worin M, X, n und A wie in Anspruch 1 definiert sind,  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  gleich oder verschieden sind und jeweils einen oder mehrere Substituenten bedeuten und Y jeweils einen Linker mit mindestens einem Ladungsträger bedeutet.

19. Konjugat, umfassend eine biologische Substanz, an die mindestens ein Metallkomplex nach einem der Ansprüche 1 bis 18 gekoppelt ist.

20. Konjugat nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die biologische Substanz Biotin, ein Antikörper oder Antikörperfragment, eine Nukleinsäure, ein Polypeptidantigen, ein immunologisch reaktives Peptid oder ein Hapten ist.

21. Verwendung von Metallkomplexen nach einem der Ansprüche 1 bis 18 oder Konjugaten nach Anspruch 19 oder 20 in einem immunologischen Nachweisverfahren.

22. Verwendung nach Anspruch 21 in einem Lumineszenzverfahren.

23. Verwendung nach Anspruch 21 oder 22 in einem Elektrochemilumineszenzverfahren.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

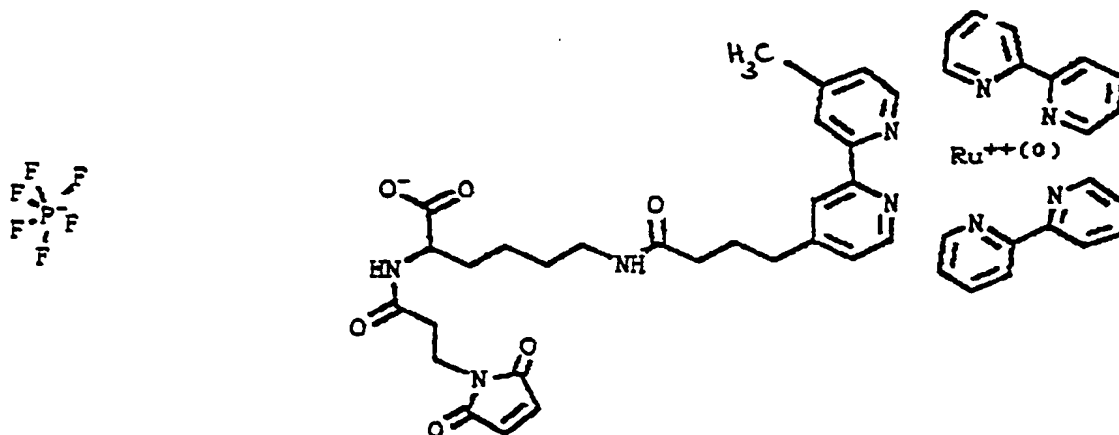


Abb. 1

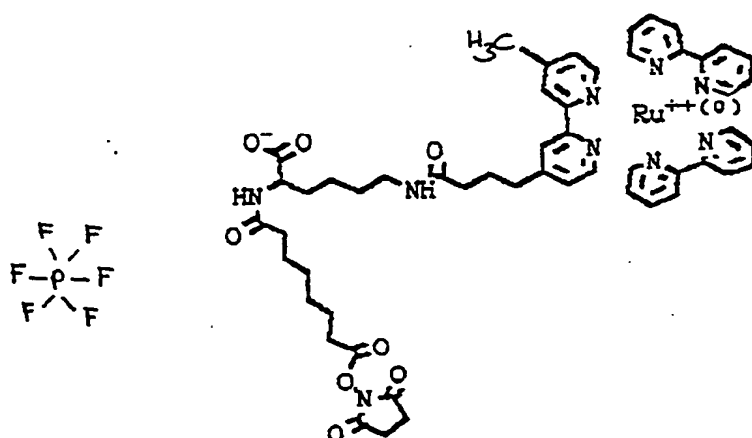


Abb. 2

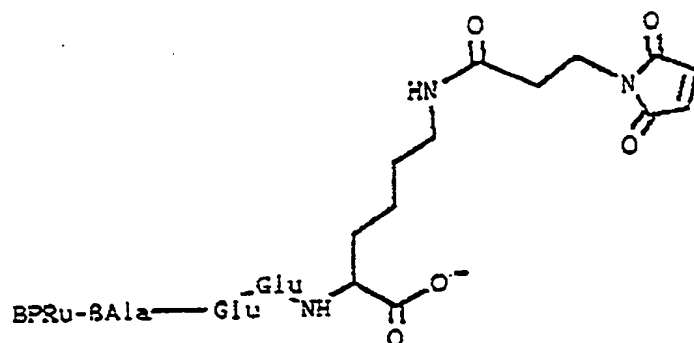


Abb. 3

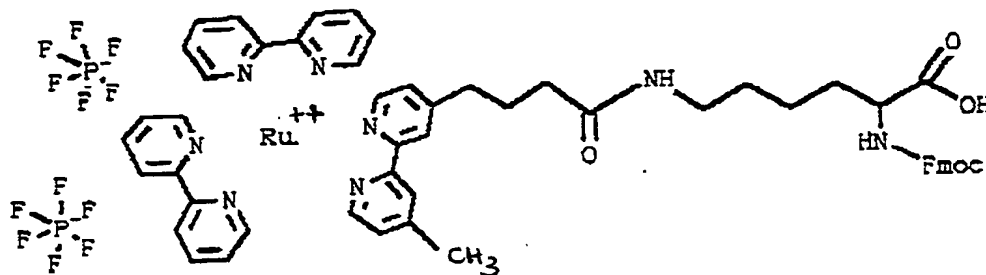


Abb. 4